Nachdruck verboten.
Übersetzungsrecht vorbehalten.

Zur Oecologie des Tubifex und Lumbriculus.

Von

Dr. Franz von Wagner,
a. o. Professor an der Universität Gießen.

(Aus dem Zoologischen Institut der Universität Gießen.)

Mit Tafel 12.

Die vorliegende kleine Abhandlung erhebt keinerlei besondere Ansprüche, denn sie bringt weder grundsätzlich Neues noch theoretisch Bedeutungsvolles; es handelt sich vielmehr nur um einige ältere Erfahrungen, die ich gelegentlich meiner Studien über die Regenerationsphänomene bei limicolen Oligochäten an 2 der gemeinsten Vertreter dieser Wurmgruppe, *Tubifex tubifex* Müll. und *Lumbriculus variegatus* Grube, gemacht habe und die, zumal im Hinblick auf die von dem Universitätszeichner Herrn C. Scharfenberger (Straßburg i. E.) genau nach dem Leben entworfenen Zeichnungen (vgl. Taf. 12), der Mitteilung nicht unwert erscheinen dürften.

Die betreffenden Beobachtungen stammen noch aus der Zeit meines Straßburger Aufenthalts und sind vornehmlich in den warmen Monaten der Jahre 1892 und 1893 gewonnen worden; sie beziehen sich auf die Biologie s. str. oder — um mich des eindeutigen Ausdrucks von Haeckel zu bedienen — Oecologie (Bionomie)[1]) der genannten Tiere.

1) Schon 1866 (5, Vol. 2, p. 286) erstmals eingeführt und neuestens (6, p. 88) neben dem Terminus „Bionomie" wieder empfohlen. Gegenüber dem von anderer Seite in Vorschlag gebrachten Wort „Ethologie" ziehe ich den Haeckel'schen Ausdruck als bezeichnender vor.

1.

Das Material, das mir zur Verfügung stand, war von sehr verschiedener Provenienz sowohl in territorialer Hinsicht als auch bezüglich der Beschaffenheit, insbesondere des Untergrunds der Tümpel und Wassergräben, aus welchen die Würmer entnommen waren, so daß ich reichlich Gelegenheit hatte, die schon von Vejdovský beobachtete Erscheinung, daß unsere Tiere je nach dem Aufenthaltsort verschieden aussehen, etwas genauer prüfen zu können. Es zeigte sich dabei, daß die beiden in Rede stehenden Wurmarten sich abweichend verhalten.

Was zunächst *Lumbriculus* betrifft, so äußert sich Vejdovský über diese Limicolen-Form folgendermaßen (13, p. 56): „Je nach dem Aufenthaltsort ändert sich auch die äußere Färbung der Tiere. Die im sumpfigen Schlamme lebenden Würmer sind braun bis schwärzlich braun, wogegen die Tiere, welche am sandigen Grunde der stehenden Wässer oder zwischen den Wasserpflanzen ihr Leben zubringen, eine mehr röthliche oder rothe Farbe zeigen. Das Vorderende ist immer etwas grünlich oder grünschwarz, was von dem Pigmente herrührt, welches namentlich die den Darmkanal bedeckenden Drüsen erfüllt. Das Hinterende ist immer heller, zuweilen gelblich oder rothgelb.“ Diese Angaben kann ich im allgemeinen bestätigen, muß aber hinzufügen, daß, wenigstens nach meinen Ermittlungen, Schlammboden von unsern Tieren jedenfalls in hohem Maße, auch sandigem Terrain gegenüber, bevorzugt wird. Nach meinen seinerzeitigen Aufzeichnungen fand sich *Lumbriculus* unter einem Dutzend Fundstellen der nächsten Straßburger Umgebung, deren Grund schlammarm oder völlig schlammfrei war, aber einen reichen Bestand an Pflanzen darbot, nur in dreien derselben und in diesen nur vereinzelt. Diesen Tatsachen stehen aus derselben Quelle die folgenden Notizen gegenüber: Von 17 Fundorten der engern und weitern Nachbarschaft von Straßburg, die aber mit Schlammboden mehr oder weniger reichlich versehen waren, zeigten sich 10 mit Lumbrikeln bevölkert und zwar fast durchweg in erheblicher Menge. Beiläufig sei hierbei bemerkt, daß bei den meisten Vorkommnissen der letztern Art unsere Würmer mit *Tubifex* vergesellschaftet angetroffen wurden, nämlich bei 8. Auch sonst, wie z. B. im Schwarzwald (Renchtal) und in der Umgebung von Gießen konnte ich vielfach das gleiche Verhalten konstatieren. Daraus darf man aber nicht etwa den Schluß ziehen, daß, wo *Tubifex* vorkommt, voraussichtlich oder doch

häufig auch *Lumbriculus* sich finden werde, denn die erstere Limicolen-Species ist ganz außerordentlich weit verbreitet und daher fast überall anzutreffen, meist zudem in einer Massenhaftigkeit, an die das Vorkommen von *Lumbriculus* auch in den günstigsten Fällen nicht annähernd heranreicht. Überhaupt habe ich die Erfahrung gemacht, daß das Auftreten von *Lumbriculus* mehr von lokal beschränkter Natur ist, und man wird daher auf der Suche nach diesem Tier meist zahlreiche Fundstellen von *Tubifex* vergeblich durchforschen müssen, ehe man zum Ziel gelangt.

Lumbriculus, der gegenüber *Tubifex*, der mehr oder weniger durchsichtig ist, nur in sehr beschränktem Maße sein Inneres enthüllt, ist in seiner Färbung hauptsächlich von der Beschaffenheit der in den Darm aufgenommenen Nahrung abhängig, die freilich wieder von der Qualität des Aufenthaltsorts bestimmt wird, erst in zweiter Linie vom Blutgefäßsystem. Von dem erstern Umstand kann man sich leicht dadurch überzeugen, daß man Lumbrikeln, die aus einem Wasserbecken mit schwarzem Schlamm gefischt wurden und infolgedessen sehr dunkel gefärbt sind, in ein Gefäß mit reinem Leitungswasser, in das man noch frische Wasserpflanzen bringt, überträgt und hungern läßt. Nach wenigen Tagen, manchmal noch rascher, sind die Leiber dieser Würmer heller und durchscheinender geworden. Daß die Hinterenden fast immer etwas lichter gefärbt sind als der übrige Körper, resultiert aus dem Fehlen der Schlammnahrung im Schwanzdarm, wodurch die Blutgefäße stärker hervortreten und einen hellen rötlichen Schimmer in wechselndem Maße über das Hinterende verbreiten. Übrigens läßt sich dieses mehr oder weniger charakteristische Aussehen von den Endstadien der Egalisierung bei den regenerierten Schwänzen nicht unterscheiden, so daß es immerhin zweifelhaft erscheint, ob ein helles Hinterende allgemein als typisch normales Merkmal für unsere Tiere in Anspruch genommen werden darf, zumal die Färbungsunterschiede zwischen Schwanz und Rumpf gar nicht selten doch allzu geringfügig sind.

Über das Aussehen von *Tubifex* berichtet Vejdovský (13, p. 46): „*Tubifex rivulorum* ist in dem äußern Habitus des Körpers nach seinem Wohnorte äußerst veränderlich. Die im sandigen Grunde der reinen, fließenden Bäche lebenden Würmer sind lebhaft roth, dünn, mit eigentümlich gekrümmten, undeutlich kammförmigen Borsten.[1])

---

1) Auf diesen Passus reflektiere ich nicht weiter, weil sich seither

Die scheinbare äußerliche Verschiedenheit des Körpers rührt von der mächtigeren Entwicklung der Gefäße und von der Durchsichtigkeit des Leibesschlauches." Und weiter unten heißt es: „*Tubifex rivulorum* ist in allen stehenden und fließenden Wässern verbreitet. In ungemein großer Menge kommt er namentlich in den Abfallwässern der verschiedenen Fabriken, wie Brauhäusern, Spiritusbrennereien, Zuckerfabriken etc., wo man ihn zu Millionen treffen kann." Diesen letztern Angaben kann ich nach früher Gesagtem nur durchaus zustimmen, zumal auch meine ergiebigste Bezugsquelle für diese Wurmart ein schwach fließender und zumeist aus Abfallwässern von Fabriken gespeister Graben in nächster Nähe des Bahnhofs von Oppenau im Renchtal (badischer Schwarzwald) war, in dem im Sommer 1892 unser Wurm so außerordentlich massenhaft auftrat, daß der nur von wenig Wasser überdeckte dicke Schlammboden dieses Grabens auf weite Strecken hin wie mit einem roten, in beständiger Bewegung befindlichen dichten Rasen bewachsen erschien. Leider fielen die Tiere der abnormen Kälte des Winters 1902 auf 1903 zum Opfer, so daß auch mein Freund Friese, der damals in Oppenau wohnte und die Dinge aus unmittelbarer Nähe überwachen konnte, im Sommer 1903 an dieser so ergiebigen Fundstätte nicht ein einziges Exemplar mehr aufzufinden vermochte. *Lumbriculus* gegenüber muß ich bemerken, daß ich Färbung und Habitus der in Rede stehenden Würmer von der Qualität des Aufenthaltsorts wenig abhängig fand, die tatsächlich vorkommenden Differenzen in dieser Hinsicht vielmehr geringfügig und im wesentlichen von den Größenverhältnissen der einzelnen Individuen bedingt zu sein schienen, insofern Blutgefäßsystem und Ernährungsapparat je nach ihren Füllungszuständen die äußere Erscheinung der heranwachsenden Tiere in steigendem Maße beeinflussen. Insbesondere ist es hier das erstere Organsystem, das in der beregten Richtung eine prävalierende Bedeutung beansprucht. Ich habe schon an einem andern Ort darauf hingewiesen, daß mir bei *Lumbriculus* die beträchtlichen individuellen Schwankungen aufgefallen sind, die sich an dieser Wurmart hinsichtlich der Blutmenge beobachten lassen und „fast zu der Vorstellung drängen, daß es bei diesen Würmern auch blutarme und vollblütige Geschöpfe gibt". Diese Eigentüm-

herausgestellt hat, daß die Form, auf welche sich derselbe bezieht, nicht zu *Tubifex* Lm., sondern zu *Branchiura* Beddard, em. Mchlsn. gehört (vgl. 9, p. 39).

lichkeit tritt nun bei *Tubifex* noch lebhafter zutage und zwar nicht nur bezüglich der Blutmenge allein, sondern auch im Hinblick auf die Größenverhältnisse der das Blut führenden Gefäße.[1]) Überraschend nebensächlicher für das Aussehen unserer Tiere erscheint dagegen die Beschaffenheit des Schlamms nach Färbung und Aggregatzustand; tief schwarzer oder heller (grauer oder bräunlicher) Schlamm bewirken keinen besonders nennenswerten Ausfall im äußern Anblick der frisch eingefangenen Würmer; auch ist es im großen und ganzen ziemlich einerlei, ob die Schlammteilchen fein verteilt im Wasser suspendiert sind oder eine mehr grobkörnige, durch zu Klumpen geballte Brocken charakterisierte Beschaffenheit darbieten. Diese Tatsachen hängen vielleicht damit zusammen, daß einerseits die darmständigen Chloragogenzellen dem verdauenden Achsenkanal eine gewisse Beständigkeit des optischen Verhaltens verleihen, andrerseits die aufgenommene Nahrung im schnellen Fortschreiten durch das Darmrohr einer raschen Assimilation unterworfen wird. Weit mehr noch als *Lumbriculus* liebt *Tubifex* die mit schlammigem Untergrund versehenen Gewässer; nach seiner ganzen Lebensweise findet dieses Tier seinen angemessensten Aufenthalt im Schlamm, wozu allerdings als weiteres Erfordernis noch hinzukommt, daß das Gewässer ein fließendes ist. Das Gefälle braucht nicht groß zu sein, im Gegenteil sind langsam fließende Gräben und Bäche durchaus bevorzugt und offenbar für das Gedeihen dieser Würmer der günstigste Boden. In völlig stagnierenden Tümpeln trifft man *Tubifex*, zumal in größern Mengen, im allgemeinen nur äußerst selten an[2]), und meist nur bei Anwesenheit von reichlichem Pflanzenwuchs. In schlammlosen, reinen Wässern ist das Vorkommen von *Tubifex*, wie schon Vejdovský angegeben hat, vereinzelte Ausnahme.

Während für *Lumbriculus* ein gewisser metallischer Schimmer, der von der Körperoberfläche ausstrahlt, eine Art von Irisieren, wie ich es in besonders auffälligem Grade wiederholt bei *Haplotaxis gordioides* G. L. Hartm. (= *Phreoryctes menkeanus* Hoffm.) beobachtet

1) Darauf führen sich wohl auch die Angaben älterer Autoren zurück, die von „weißlichen sehr dünnen Würmern" (Bonnet) oder von „weißen und röthlichen Röhren" (O. F. Müller) sprechen (siehe Abschnitt 2).

2) Grundwassertümpel scheinen hiervon eine Ausnahme zu bilden; diese Erfahrung habe ich wenigstens an Rheintümpeln bei Straßburg wiederholt gemacht.

habe, einigermaßen charakteristisch erscheint, bin ich bei *Tubifex* eines solchen Phänomens niemals gewahr geworden.

2.

Was die spezielle Lebensführung von *Tubifex* und *Lumbriculus* betrifft, so gebührt unser nächstes Interesse dem Verhalten des erstern, da es sich bei diesem Tier um ein von dem bei Limicolen gewöhnlichen abweichendes, wenngleich keineswegs vereinzelt dastehendes Gebaren handelt.

Unsere ersten Kenntnisse über die Lebensweise des *Tubifex* gehen, soweit ich sehen kann, auf Ch. Bonnet zurück, der in seinem „Traité d'Insectologie" in der 32. „Beobachtung", betitelt: „Über eine kleine Art Würme ohne Füsse, welche in Röhren wohnen, die sie sich von Kothe machen," über den in Rede stehenden Gegenstand berichtet hat. Die betreffende, bereits von 2 Abbildungen begleitete Schilderung des ausgezeichneten französischen Beobachters verdient aus ihrer Verborgenheit wieder hervorgeholt zu werden; sie lautet nach der von J. A. Ephraim Goeze besorgten deutschen Übersetzung folgendermaßen (4, p. 300):

„Im Meere, das an Naturprodukten so reich ist, erhalten sich viel Arten langer Würme, welche keine Füsse haben, und die sich von einer schaaligten, oder steinigten Materie Gehäuse machen, in welchen sie sich, ohne solche jemals zu verlassen, beständig aufhalten. Die Naturforscher nennen sie Röhrenwürme (Vermes tubulati). Das süsse Wasser hat auch seine Röhrenwürme. Ich habe keine Bedenken getragen, diesen Namen den weisslichen sehr dünnen Würmen zu geben, welche sich in dem Schlamme der Bäche aufhalten, und sich daraus eben solche Röhren, wie die Meerwürme, bereiten. Es sind dies sehr gemeine Insekten. Will man sie bey Tausenden haben; so darf man nur etwas von dem Schlamme in ein Zuckerglas, oder anderes Gefäss thun, und ein wenig Wasser darüber giessen. Wenn man es etwa nach zwey Tagen wieder besiehet; so wird man ein Schauspiel erblicken, das ich einigemal mit grossem Vergnügen betrachtet habe. Man wird die Oberfläche des Schlammes mit unzähligen kleinen Röhren bedeckt sehen. Einige sind gerade, andere weniger oder mehr gebogen. Aus jeder wird man einen Wurm herausstecken sehen, der einige Linien lang, dünner als ein Faden ist, und dessen beständige Bewegung in allen Stücken, mit der Bewegung einer Violin-Sayte übereinzukommen scheint, die mit dem einem äussersten Ende an dem Boden des Bassins einer

Fontaine angehänget wäre. Stösst man aber unter diesem angenehmen Schauspiele an das Glas; so wird man diese Würmchen geschwinder in ihre Röhre, als eine Schnecke in ihr Haus, hineinfahren sehen.

Die Art, wie diese Insekten ihre Gehäuse bauen, hat meines Erachtens nichts sehr merkwürdiges. Anfänglich dachte ich, daß in dieser Absicht alles, vermittelst eines Leims, oder Leimsaftes geschähe, der aus ihrem Körper ausschwitzte, und die Schlammtheilchen, die ihn unmittelbar umgeben, oder woran er sich angehänget hätte, zusammenbände; es ist mir aber nachher vorgekommen, als wenn sie spinnen können; wenigstens habe ich geglaubt, einige Faden zu bemerken, die sie in einer kleinen Flasche gezogen hatten. Indessen will ich darüber nichts gewisses entscheiden; weil ich noch andere Beobachtungen gemacht habe, die ich unten anführen werde, und welche die Sache sehr ungewiss lassen.

Übrigens ist es nur der Hintertheil des Wurms, der aus der Röhre steckt, und sich beständig in verschiedenen Richtungen bewegt; der Vordertheil aber bleibt stets im Schlamme."

Beiläufig sei hier angemerkt, daß die weitern Darlegungen dieser, *Tubifex* angehenden „Beobachtung" wie bei *Lumbriculus* von Experimenten Bonnet's Kenntnis geben, die schon erweisen, „daß diese Art zu denen gehöre, welche die Eigenschaft haben, wieder zu wachsen, wenn sie stückweise zerschnitten sind".

Auch der vortreffliche dänische Naturforscher O. Fr. Müller hat *Tubifex* beobachtet und die gemachten Erfahrungen 1771 in seinem bekannten Werke: „Von Würmern des süssen und salzigen Wassers" mitgeteilt. Am Schlusse seiner Schilderung der sog. „blinden Naide", unserer heutigen *Dero digitata* Müll., die ebenfalls zu den „Röhrenwürmen" des süßen Wassers gehört, findet sich folgende Anmerkung (11, p. 102):

„Es gibt eine andere Gattung Würmer, die gleich wie die blinde Naide ihren Kopf im Schlamm verstecken, und den Schwantz im Wasser erheben. . . . Bey dieser Gelegenheit kann ich nicht unterlassen den naturforschenden Leser auf ein Schauspiel zu bringen, welches ihnen der unbekannte Boden des süssen Wassers in diesen Würmern darbietet. Man thue ein wenig des Bodensatzes der Moraste, Wassergräben oder Flüsse in ein Glas mit Wasser, und lasse es eine Weile ruhig stehen. So bald sich die erdigte Theile gesenket haben, und das Wasser klar worden, wird man die Oberfläche des Bodensatzes mit einem Wald von durchsichtigen weissen und röthlichen Röhren verschiedener Länge besetzt sehen; sie werden

sich hin und her schlängeln, und bey der kleinsten äussern Bewegung verschwinden; bey einiger Ruhe werden sie wieder aus der Erde steigen; der Zuschauer wird aufmerksamer werden, und erdigte Theile durch die Röhren aufsteigen und in einem Bogen herabfallen sehen. Diese bewegliche Röhren sind Würmer aus dem Geschlechte des Erdwurms. Sie sieben den Bodensatz der süssen Wasser unaufhörlich durch ihre Leiber, und halten ihn locker. Zwischen ihnen wird die graue Oberfläche, gleich einem Acker, in dem die ersten Sprossen der Saat hervorschiessen mit kleinen, theils weissen, theils grünen länglichen Körpern übersäet erscheinen. Diese sind Würmer von der einfachsten Art, ohne alle auch dem bewaffneten Auge sichtbahre Organisation."

Ich beschränke mich auf die Wiedergabe der im Vorstehenden mitgeteilten Erfahrungen von Bonnet und Müller, die schon vom historischen Standpunkt unser volles Interesse beanspruchen dürfen, aber auch sachlich, wie das Folgende zeigen wird, sehr viel Zutreffendes enthalten und dadurch Zeugnis ablegen von der hervorragenden Beobachtungsgabe jener Forscher, welche trotz der unvollkommenen Hilfsmittel ihrer Zeit mustergültige Untersuchungen durchzuführen imstande waren.

Indem ich zu meinen eignen Beobachtungen übergehe, werde ich auch ein paar Worte darüber einfließen lassen, wie ich mit meinem Untersuchungsmaterial operiert habe.

Von dem mit *Tubifex* bevölkerten Schlamm wurde ein Quantum in eine gewöhnliche weiße Waschschüssel aus Porzellan gebracht und mit Leitungswasser reichlich bedeckt, so daß das Becken etwa bis zur Hälfte gefüllt war. Den Wasserzulauf vollzog ich mit vollem Strahl, was zur Folge hatte, daß der Schlamm gründlich aufgewühlt wurde und die Würmer aus ihrem verborgenen Dasein an die Oberfläche kamen. Ganz allgemein kann man schon hierbei gewisse Wahrnehmungen machen, zunächst die, daß *Tubifex*, sobald er sich beunruhigt sieht und keine Möglichkeit besitzt, sich in schützenden Schlamm oder dichtes Pflanzengewirr zurückzuziehen, geradezu plötzlich seinen Körper schraubenförmig zusammenrollt und nur mit dem Vorderende in hastiger Bewegung umhertastet. Diese schon von D'Udekem gemeldete und illustrierte Eigentümlichkeit (3, p. 35, tab. 1, fig. 2) der spiraligen Aufrollung des Körpers ist offenbar ein habitueller Charakter, der sich unter den angegebenen Bedingungen mit solcher Regelmäßigkeit äußert, daß man sich in der Erwartung

der Erscheinung wohl niemals getäuscht sehen wird.[1]) Überträgt man einen *Tubifex* mittels einer Pipette von einem Gefäß in ein anderes, so kann man dabei so vorsichtig verfahren, als es nur möglich ist, die Reaktion des Wurms wird fast ausnahmslos dieselbe sein: korkzieherförmige Einrollung des Körpers. Zweifellos entspringt dieses Verhalten dem Schutzbedürfnis des Tiers, das seinen langen fadendünnen Leib auf diese Weise feindlichen Angriffen momentan zu entziehen vermag, so gut es eben bei dem Fehlen äußerer Schutzmittel angeht. Erst nach einiger Zeit der Ruhe setzt sich das Tier wieder in Bewegung, indem das Vorderende in einer bestimmten Richtung vorwärtsstrebt und die Spirale des Körpers in dem Maße, in dem sich der letztere weiterschiebt, von vorn nach hinten mehr und mehr auflöst; es genügt aber eine geringfügige Erschütterung des Gefäßes oder eine unsanfte Berührung des Wurms, um sofort wieder den ursprünglichen Zustand herzustellen.

Aus demselben Trieb nach Schutz entspringt wohl auch die Neigung unserer Tiere, sich durch knäuelförmige Verschlingung der vordern, seltner auch der hintern Körperhälften so zu aggregieren, daß nur das Schwanz-, beziehungsweise auch das Kopfende frei hervortritt. Man braucht nur ein Dutzend oder mehr dieser Würmer in eine mäßig große flache Glasdose mit reinem Leitungswasser zu setzen, so wird man nach kurzer Zeit gewahr werden, daß die Tiere sich zu einem oder einigen wenigen Knäueln vereinigt haben und nur vereinzelte Individuen noch für sich in ausgestrecktem Zustand umherkriechen, um sich, sobald sie in den Bereich eines solchen Aggregats gelangen, ebenfalls demselben anzuschließen. Die durch die Verschlingung der verschiedenen Körper hergestellte Verbindung zwischen den einzelnen Individuen ist eine sehr innige, so daß es keine leichte Aufgabe ist, einen derartigen Knäuel aufzulösen. Im unbehelligten Zustand lockerer aggregiert, ziehen sich bei äußerer Störung fast alle Individuen gleichzeitig in einem Ruck zurück, wodurch natürlich das Gefüge des Knäuels fester und dichter wird.

Da *Tubifex* für das Leben in reinem Wasser nicht geeignet ist, sind die beschriebenen Individuenverbände auch bei oftmaligem Wasserwechsel ohne Schlamm nicht dauernd zu erhalten. Unterläßt

1) Mit Recht hat LUDWIG auch diese Eigentümlichkeit in die öcologische Charakteristik der *Tubificidae* aufgenommen (8, Vol. 2, p. 772); sie stellt in ihrer Art in der Tat eine Spezialität unter unsern einheimischen Limicolen dar.

man die Zufuhr frischen Wassers überhaupt, so ist die Existenz der betreffenden Würmer sehr rasch, oft schon nach Tagesfrist, gefährdet. Sobald sich die Lebensbedingungen ungünstig gestalten, lösen unsere Tiere meist ihre Verbände freiwillig auf, sie kriechen auseinander und bewegen sich nun einzeln in ausgestrecktem Zustand langsam im Gefäß umher, ohne noch auf äußere Störungen in gewohnter Frische zu reagieren; die ursprüngliche hohe Empfindlichkeit für Reize jeglicher Art nimmt zusehends weiter ab, die Bewegungen werden immer träger, und bald zeigen sich die ersten Spuren des beginnenden Absterbens darin, daß infolge Stockung der Blutcirculation am Schwanzende zunächst dieses mehr und mehr verblaßt, um schließlich zu zerfallen.

Es wäre nun freilich ein großer Irrtum, zu meinen, daß mit den eben geschilderten Vorgängen das Schicksal der betreffenden Tiere bereits entschieden sei. Stehen wir auch hierbei an den Pforten des Todes, so hat dieser doch Gewalt über das Individuum nur dann, wenn das letztere in seiner Ungunst belassen bleibt, denn unsere Tiere sterben als solche nicht auf einmal, sondern successive von hinten nach vorn, gewissermaßen regionenweise, was ja bekanntlich keineswegs ein vereinzeltes Phänomen darstellt, vielmehr bei den gegliederten Würmern gang und gäbe ist. Schneidet man solchen im Absterben begriffenen Tieren das zerfallende Stück des Hinterendes ab und bringt jene in frisches, mit reichlichem Schlamm versehenes Wasser, so erholen sich dieselben in der Regel sehr rasch und verkriechen sich dann alsbald in den Schlamm, um die erlittenen Defekte auf regenerativem Wege zu ersetzen. Bemerkenswert ist dabei, daß das Vermögen, in der angegebenen Weise dem sichern Tod entrissen werden zu können, oft ganz überraschende Erfolge zutage fördert; Individuen, deren ganze hintere Körperhälfte bereits abgestorben und mehr oder weniger zerfallen war, vermochte ich so keineswegs selten dem Leben zu erhalten. In einigen wenigen Fällen war das Ergebnis noch günstiger, indem selbst auf ein Viertel ihrer ursprünglichen Körperlänge reduzierte Stücke sich wieder zu restaurieren vermochten; allerdings handelte es sich zumeist bei den letztern Vorkommnissen ausschließlich um große, kräftige Individuen von 6 und mehr Centimeter Länge, die eine erheblichere Resistenzfähigkeit besitzen als kleinere.

Nach Abel's Beobachtungen (1, p. 7) machte sich das Absterben von *Tubifex* dadurch kenntlich, „daß die Wurmstücke am Hinterende eine Anzahl von Segmenten abschnürten (Selbstamputation) und

eine trübe, schmutzig-graue Farbe annahmen". Ich habe diese Selbstamputation ebenfalls und oft beobachtet, auch, wenngleich seltner, nachdem der kranke Körperteil künstlich mittels eines scharfen Skalpells abgetrennt worden war; als eine allgemein gültige Reaktion des Wurms kann ich dieselbe aber nicht ansehen, denn dem steht das allzu häufige Ausbleiben dieser Reaktion im Wege. Es scheinen da ganz beträchtliche individuelle Verschiedenheiten zu bestehen, die es mit sich bringen, daß man ein großes und anscheinend wenigstens kräftiges Tier keinen Versuch machen sieht, ein kleines Stück seines Leibes abzuschnüren, ein anderes daneben aber unter viel ungünstigern Verhältnissen mit Erfolg eine weit umfänglichere Selbstamputation vollzieht. Das Vermögen zur Selbstamputation ist bei *Tubifex* demnach kein so bedeutendes wie bei andern Oligochäten, und das ist bei der weiten Verbreitung und dem massenhaften Vorkommen dieser Art, die die Erhaltung derselben auch bei einer sehr hohen Vernichtungsziffer garantiert, durchaus verständlich.

Doch kehren wir nunmehr zu unserm mit Schlamm und zahlreichen *Tubifex* besetzten Becken zurück. In dem Maße, in dem sich die kleinen Partikelchen des aufgewühlten Schlamms zu Boden senken, geben die Würmer ihre spiralige Aufrollung auf und kriechen lang ausgezogen umher, um so rasch als möglich den Schutz der sich am Boden der Schüssel ansammelnden Schlammschicht in Anspruch zu nehmen und in dieser zu verschwinden. Überläßt man das Gefäß weiterhin der Ruhe, so sieht man, nachdem sich der Schlamm vollständig gesetzt und das darüber stehende Wasser dadurch klar geworden ist, oft schon nach einer Stunde die Hinterenden der Tiere aus dem Schlamm hervorkommen und sich alsbald in der bekannten Weise bewegen. Diese wellenartig distalwärts fortschreitende, schlängelnde Bewegung der in verschiedener, meist wohl etwa ein Drittel der Leibeslänge umfassenden Ausdehnung hervortretenden Schwanzenden dient bekanntlich der Atmung und stellt ein Phänomen dar, das in seinem Gesamteindruck im Becken oder im freien Naturstand eine beständige, ununterbrochen funktionierende Einrichtung schafft, an der alle vorhandenen Individuen mitzuwirken scheinen. Dies letztere ist nun freilich eine Täuschung; die dem einzelnen Tier damit zugewiesene Aufgabe wäre ja auch von vornherein eine für dasselbe unmögliche Arbeitsleistung. In der Tat lehrt auch die nähere Untersuchung, daß die Tätigkeit der einzelnen Individuen in dieser Beziehung insofern eine beschränkte

ist, als Zeiten der Bewegung mit Zeiten der Ruhe abwechseln; nur die große Zahl der vorhandenen Würmer sowie der individuell verschiedene Rhythmus jenes Wechsels bedingt den gekennzeichneten Eindruck. Trotzdem bleibt das Maß der von den einzelnen Tieren zu leistenden Arbeit ein ganz beträchtliches, wenn man bedenkt, welche Muskelanstrengung erforderlich ist, um Tag für Tag stundenlang ununterbrochen jenes wiegende Schlagen der Hinterenden zu bewirken. Dabei ist zudem das Tempo der betreffenden Bewegungen keineswegs ein langsames, bei frischen kräftigen Individuen vielmehr eher als rasch zu bezeichnen. Ich habe wiederholt einzelne Tiere bis 4 Stunden ohne Unterbrechung und ohne irgend welche Anzeichen einer Verminderung der Geschwindigkeit und Intensität der Bewegungen in der in Rede stehenden Weise tätig gesehen und bin überzeugt, daß die Grenze der Leistungsfähigkeit weit höher liegt.

Wenn man den regelmäßigen Wasserwechsel einige Zeit aussetzt und dadurch die normale Atmung beeinträchtigt, so ist die Reaktion des Wurms darauf meist folgendermaßen gestaltet. Zunächst werden, wie es scheint, ziemlich allgemein die Bewegungen beschleunigt, bald aber erlahmen sie zusehends, und nun sucht das Tier bessere Atmungsbedingungen dadurch zu erlangen, daß es seinen lang gestreckten Körper immer weiter aus dem Schlamm hervorzieht, um schließlich, wenn die Ungunst der äußern Verhältnisse andauert, ganz aus dem Mulm herauszukriechen und lang ausgestreckt frei im Wasser sich umherzubewegen, aber fast ausnahmslos nur am Rand des bodenständigen Schlammhügels, offenbar um dem gewohnten Schlupfwinkel nahe zu bleiben (Taf. 12, Fig. 4). Wechselt man in dieser Zeit das Wasser, so ist binnen kürzester Frist das frühere Schauspiel des normalen Verhaltens wiederhergestellt, andernfalls gehen die Tiere allmählich zu Grunde. Diese Erfahrungen machen es ohne weiteres verständlich, warum *Tubifex* fließende Gewässer liebt und unter diesen gerade die langsam fließenden bevorzugt; diese bieten in der Tat für unsern Wurm die günstigsten Verhältnisse dar, um den Atmungsbedürfnissen desselben zu genügen. Nicht selten beobachtet man unter den angegebenen schädigenden Bedingungen freilich auch die Erscheinung, daß, wenn dies nach Lage der Dinge überhaupt möglich ist, die weit vorgestreckten Hinterenden der Tiere dem Wasserspiegel angelegt werden und in dieser Lage längere Zeit völlig ruhig verharren. Aber auf die Dauer genügt auch dies nicht, und früher oder später verlassen die

Würmer den Schlamm, um in der früher angegebenen Weise sich frei zu bewegen.

Bekannt ist die große Irritabilität von *Tubifex*, es muß aber besonders hervorgehoben werden, daß die Reizbarkeit dieses Tiers oft noch eine höhere Stufe der Ausbildung erreicht, als dies bei *Lumbriculus* der Fall ist, der sonst wohl als Paradigma ungewöhnlicher habitueller Sensibilität angeführt zu werden pflegt. Die Grundlage für das letztere Verfahren bieten vereinzelte Beobachtungen von Selbstzerstückelung bei diesem Limicolen, die ursprünglich von Bonnet berichtet worden waren. Ich habe schon an einem andern Ort die Allgemeingültigkeit jener von Generation zu Generation schlechthin weitergegebenen Aussage bestritten und eine andere Beurteilung der Bonnet'schen Erfahrungen anzubahnen versucht, die mir mit einem hohen Grade von Wahrscheinlichkeit aus den seither gewonnenen Kenntnissen über *Lumbriculus* klar hervorzugehen scheint. Das dort Gesagte hier zu wiederholen, habe ich indes keinen Anlaß, doch kann ich mich nicht der Verpflichtung entziehen, auf einige Bemerkungen hier kurz einzugehen, die jüngst Riggenbach in seiner dankenswerten Zusammenfassung der auf „die Selbstverstümmelung der Tiere" bezüglichen bisherigen Erfahrungen unserm Gegenstand gewidmet hat. Dieselben lauten (12, p. 797):

„Unter allen Oligochäten ist keine Gruppe durch ihr außerordentlich hohes Selbstverstümmelungsvermögen so bekannt geworden wie die *Lumbriculus*-Arten.[1])

Lumbriculus zerteilt sich bei den geringfügigsten Störungen, er zerfällt aber auch spontan. Da die Teilstücke zu ganzen Tieren auswachsen, so bedeutet die Zerstückelung auch jedesmal eine Vermehrung. Nun tritt aber diese in der Form der Selbstzerstückelung regelmäßig auf. Ist sie also ein physiologischer Akt, eine Querteilung, müssen wir uns daher fragen, oder geht aus ihr nur eine Propagation hervor, weil die Teilstücke regenerationsfähig sind? Die erste Ansicht vertritt hauptsächlich v. Wagner. Nach ihm besitzt *Lumbriculus* keineswegs jenes ungewöhnlich hohe Maß habi-

1) Nach Ausweis der Oligochäten-Bearbeitung von Michaelsen im „Tierreich" (9, p. 57) gibt es von *Lumbriculus* nur die eine Species *L. variegatus* Grube. Vor wenigen Jahren hat allerdings T. H. Morgan über Versuche an einem *Lumbriculus* berichtet (10, p. 204), von dem er in einer Fußnote kurz bemerkt: „An American species." Näheres über dieselbe liegt meines Wissens nicht vor, so daß sie jedenfalls in den obigen Plural nicht hineingehört. Möglicherweise liegt nur ein Lapsus vor.

tueller Sensibilität, das man ihm allgemein zuschreibt. Alle Selbstzerstückelungsvorgänge, die ohne sichtbare äußere Einflüsse statthaben, sind Querteilungen, und alle sonstigen Zerstückelungen nichts anderes als „vorzeitig ausgelöste Fortpflanzungsakte". Von einer Selbstverstümmelung, die als Reflexakt eines perpetuell hochgradigen Sensoriums jederzeit durch äußere Reize bewirkt werden könne, will v. Wagner nichts wissen."

Im Gegensatz hierzu gibt Riggenbach anschließend eine kurze Darstellung der Ansichten v. Kennel's (7) darüber, wie sich Querteilung als Propagation aus dem Vermögen der Selbstverstümmelung bei *Lumbriculus* möglicherweise könnte hervorgebildet haben.

Ich will mich bei der neuerlichen Aussage, *Lumbriculus* besitze ein „außerordentlich hohes Selbstverstümmelungsvermögen" und zerteile sich „bei den geringfügigsten Störungen", nicht aufhalten; für Jemanden, der sich seit Jahren mit *Lumbriculus* beschäftigt und dabei Tausende von Individuen durch seine Hände gehen sah, vermag derartiges nachgerade nur mehr humoristisch zu wirken. Was ich aber nicht hinnehmen kann, ist die Art der Darstellung, die Riggenbach von den Ergebnissen meiner Erfahrungen gegeben hat, denn dieselbe ist geeignet, irrige Vorstellungen zu erwecken. Zunächst ist es einfach unrichtig, daß ich von den jederzeit durch äußere Reize auslösbaren Reflexakten eines ständig hochgradigen Sensoriums bei diesen Tieren nichts wissen „will". Die Sache liegt vielmehr so, daß ich zur Leugnung dieses Maßes von Sensibilität durch tausendfältige Beobachtungen und viele experimentelle Erfahrungen, die fast durchweg dasselbe Resultat ergaben, gezwungen worden war; es handelt sich demnach nicht um eine Ansicht oder Meinung, sondern ausschließlich um Tatsachen. Ferner muß ich ausdrücklich bemerken, daß meine Auffassung der Selbstzerstückelungserscheinungen von *Lumbriculus* als vorzeitiger Fortpflanzungsakte gegenüber derjenigen v. Kennel's, die lediglich ein unkontrollierbares Hypothesengebäude darstellt, aus den für die Beantwortung dieser Frage in Betracht kommenden Tatsachenreihen resultiert, also auf empirischen Grundlagen ruht. Man kann diese ungenügend oder nicht überzeugend finden, aber man darf sich nicht einer phylogenetischen Hypothese zu Liebe der Sachlage verschließen, daß die bisher bekannten Tatsachen zu der von mir gegebenen Deutung einstweilen geradezu hinführen.

Ist es an sich oft schwierig, bei Tieren mit ausgeprägtem Regenerationsvermögen zwischen einfacher Selbstverstümmelung (Auto-

perose nach Riggenbach) und Selbstzerstückelung als Fortpflanzungsweise (Autotomie) zu unterscheiden, so ist dies bei einem Wurm mit so außerordentlicher Regenerationsfähigkeit wie *Lumbriculus* im Grunde unmöglich, da fast jeder Selbstverstümmelungsakt im Effekt zu einem Propagationsakt wird. Da nun unser Wurm sich zweifellos des Vermögens der ungeschlechtlichen Fortpflanzung durch Querteilung erfreut, so darf wohl eine gewisse Neigung zum Zerteilen als vorhanden angenommen werden, auch ehe die Zeit für den physiologischen Vorgang der Propagation reif geworden ist. Nur in dem Fall, daß außerhalb der normalen Fortpflanzungszeit unserer Tiere[1]) ganz oder doch sehr allgemein auf äußere Reize hin eine sofortige spontane Selbstzerstückelung seitens derselben einträte, läge eine triftige Veranlassung vor, derartige Vorkommnisse als Reflexakte einer außerordentlichen habituellen Reizbarkeit anzusehen. Daß diese Voraussetzung nicht zutrifft, ist heute keine Frage mehr, auf die man nach freiem Belieben antworten kann, denn selbst bei dem weitestgehenden Entgegenkommen bleibt es Tatsache, daß nicht der Eintritt, sondern das Ausbleiben jener Reflexwirkungen, zumal bei nicht exzessiven Reizungen, die allgemeine Regel ist.

Nach dieser notgedrungenen Abschweifung kehre ich zu *Tubifex* zurück. Diese Tiere braucht man in der Tat nur ganz leise an ihren frei im Wasser sich bewegenden Hinterenden zu berühren, um eine sofortige und blitzschnell erfolgende Reaktion der Würmer zu erzielen: die Einziehung der Schwanzenden in den verbergenden Schlamm. Auch geringfügige Erschütterungen des Beckens oder des Tisches, auf dem dieses steht, lösen den gleichen Effekt aus. Im allgemeinen stellt sich nach der momentanen Störung sehr bald der ursprüngliche Zustand wieder her, doch läßt sich deutlich erkennen, daß rasch wiederholte und energische Reizungen die Würmer zu längerer Zurückgezogenheit im schützenden Schlamm veranlassen und das Wiederhervorstrecken der Hinterenden vorsichtiger und langsamer vollzogen wird. Ein Zerbrechen des Körpers oder auch nur eine Selbstverstümmelung habe ich niemals beobachtet, von den früher erwähnten, bei ungünstigen äußern Umständen stattfindenden Abschnürungen des abgestorbenen, resp. absterbenden Stücks ab-

1) Dieselbe fällt, wenngleich sie sich zwischen ziemlich weiten Grenzen zu bewegen scheint, doch nach allem, was wir darüber vermuten dürfen, in die zweite Hälfte der warmen Jahreszeit, wahrscheinlich sogar in den Herbst (14, p. 620).

gesehen, Vorgänge, die sich ja nicht auf gesunde und frische Tiere beziehen. Wie schon oben hervorgehoben wurde, ist das Nachlassen der Irritabilität das erste Zeichen der unter die Norm sinkenden Lebensenergie; die Reaktionen der Würmer werden immer träger, um sie auszulösen, bedarf es stetig kräftigerer Reize, und schließlich erscheint die Sensibilität fast völlig erloschen. Bringt man solche Geschöpfe noch rechtzeitig wieder unter günstige Bedingungen, so gewinnen dieselben ihre frühere Elastizität und Reizbarkeit rasch wieder.

Eine der interessantesten Fähigkeiten des *Tubifex* ist diejenige, der dieses Tier seinen Namen verdankt, der Röhrenbau. Unter den Oligochäten ist diese Eigentümlichkeit keineswegs verbreitet, außer bei *Tubifex* kommt sie unter den einheimischen Limicolen z. B. noch bei den verschiedenen Arten der Gattung *Dero* vor, ist aber bei dieser Form von anderer Art als bei jener. Der Unterschied ist nicht unwesentlich und besteht in der Hauptsache in zwei Differenzen: *Tubifex* baut unvollständige Röhren in den Schlamm, *Dero* dagegen vollständige auf eine feste Unterlage; gemeinsam ist beiden das Material, dessen sie sich bedienen, der Schlamm, gemeinsam auch die Gewohnheit, die Hinterenden aus den Röhren frei ins Wasser vorzustrecken. Während aber *Tubifex* etwa gegen ein Drittel seiner Körperlänge dazu verwendet und dieses in fast beständiger schlängelnder Bewegung erhält, ist es bei *Dero* tatsächlich nur das Schwanzende, das zudem bewegungslos, aber unter voller Entfaltung der ihm ansitzenden Kiemenanhänge nach außen hervorschaut. *Dero* ist ein unermüdlicher und flinker Baumeister; wenn man abends seine Röhren im Zuchtbecken zerstört, sind zum Ersatz derselben am Morgen des folgenden Tags an einem andern Ort bereits neue gebildet. Das Tier steckt mit Ausnahme seines die Kiemen tragenden Schwanzes vollständig in seiner Röhre, die, auch wenn sie — was im Freien wohl die Regel ist — unter Schlamm verborgen errichtet ist, diesem gegenüber als völlig selbständige Bildung erscheint. Man kann sich davon leicht überzeugen, wenn man den losen bodenständigen Mulm mit einer Pipette wegspült, wobei die dunklen Röhren auf dem hellen Grund des Beckens klar zum Vorschein kommen.

Tubifex baut erheblich langsamer; es dauert manchmal mehrere Tage, ehe die bis dahin glatte Oberfläche des Schlammlagers die ersten deutlichen Spuren jener schornsteinförmigen Erhebungen erkennen läßt, die die Bautätigkeit der Würmer verraten. In einzelnen

Fällen konnte ich mich allerdings schon nach 12—15 Stunden von dem stillen Wirken unserer Tiere überzeugen; in der Regel indes sind zur Errichtung der kraterartigen Schornsteine 2—3 Tage erforderlich. Niemals sind die Röhren so weit ausgebaut, daß der ganze Wurm darin unterkommen könnte, vielmehr verlieren sie sich in einem meist mäßigen Abstand von der Basis des oberflächlichen Kegels oder Schornsteins im Schlamm[1], dessen lockeres Gefüge offenbar die freie und rasche Beweglichkeit nicht hindert. Die Gestalt und Länge der äußerlich hervortretenden Teile der Röhren sind individuell verschieden, bald mehr eine gleichmäßig weite wirkliche Röhre darstellend, bald mehr einem Auswurfskrater vergleichbar. Wie die Röhren hergestellt werden, habe ich im einzelnen nicht feststellen können, da hierin die Beobachtungsmöglichkeit versagt. Die kleinen Schlammpartikelchen, die die Wände der Röhren aufbauen, werden wohl durch Drüsensecrete der Würmer zusammen gebacken und erhalten eine ziemlich feste Konsistenz und zwar je größer die Röhre wird, desto mehr. Die von O. Fr. Müller berichtete, oben mitgeteilte Erscheinung, daß „erdigte Theile durch die Röhren aufsteigen und in einem Bogen herabfallen“, habe auch ich wiederholt beobachtet; ich glaube, daß es sich dabei nur um zufällige Vorkommnisse handelt[2], die für die Bauweise selbst irrelevant sind. Die Innenflächen der Röhren sind jedenfalls vollkommen glatt, so daß dem pfeilschnellen Zurückziehen der vorgestreckten Teile der Wurmleiber die Wege bestens geebnet sind.

Die Ausübung des Bauvermögens ist bei *Tubifex* keineswegs eine bei Vorhandensein von Schlamm stets entfaltete Tätigkeit, sondern erscheint vielmehr an bestimmte äußere Bedingungen geknüpft, von welchen die Tiere sich sogar in hohem Maße abhängig erweisen. Vor allem ist es die Menge des Schlamms im Verhältnis zu derjenigen des Wassers, worin ein für die Baulust dieser Würmer entscheidender Faktor erblickt werden muß. Viel Schlamm und wenig Wasser bieten zu ungünstige Existenzverhältnisse, dagegen wird man kaum jemals enttäuscht werden, wenn man mindestens 3 oder 4mal so viel Wasser in das Becken gibt, als Schlamm sich darin befindet; je mehr übrigens, desto besser, denn zu viel kann

1) Vgl. die bezügliche Abbildung bei D'Udekem (3, tab. 1, fig. 4).

2) Jene „erdigte Theile“ sind Schlammpartikelchen, die dem aus seiner Röhre auftauchenden Wurmleib zuweilen anhängen und durch die schlängelnden Bewegungen des Schwanzendes fortgeschleudert werden.

man in dieser Richtung nicht tun. Ein weiterer Umstand liegt in der Beschaffenheit des Wassers, das durchaus frisch sein muß, da es einige Tage vorzuhalten hat, denn ein Wasserwechsel während der Bauzeit wirkt auch bei Anwendung äußerster Vorsicht schädigend auf die Tiere, weil dieselben dadurch allzu sehr beunruhigt werden. Ich suchte meine Absicht anfangs wenigstens auch dadurch zu fördern, daß ich sehr reichlich Wasserpflanzen in das Zuchtbecken setzte, doch überzeugte ich mich bald, daß damit nicht viel gewonnen ist, und weiterhin ergab sich allgemein, daß lebende Wasserpflanzen in keiner Weise genügen, um *Tubifex* in den Aquarien frisch und munter zu erhalten. Im Schlamm der Becken ohne Pflanzenwuchs hielten sich unsere Tiere, wenn man nur für regelmäßigen Wasserwechsel Sorge trug, jedenfalls am besten, so daß mir dieselben Monate hindurch in Ansiedlungen wie derjenigen, von der die Fig. 1 (Taf. 12) ein völlig naturgetreues Abbild gibt, in ungeschwächter Lebensenergie zur Verfügung standen. Sobald die Röhren gebildet sind, ist die Wassererneuerung bei entsprechender Vorsicht und einiger Übung gefahrlos, denn die Festigkeit der Röhren, auch in ihren oberflächlichen Vorragungen, gibt diesen in der Regel gegenüber den beim Wasserwechsel unvermeidlichen Eingriffen von außen genügenden Halt. Nach längerer Zeit ist die Widerstandsfähigkeit jener Schutzbildungen gelegentlich sogar überraschend groß.

Man kann nicht sagen, daß bei der Anlage der Röhren bestimmte Gebiete des bodenständigen Schlammhügels besonders bevorzugt würden, die oberflächlich hervortretenden Schornsteine zeigen sich vielmehr meist ziemlich gleichmäßig verbreitet, doch kommt es öfters vor, daß die periphere Zone merklich dichter besiedelt erscheint als andere Teile des Schlammpolsters (Taf. 12, Fig. 1). Fast durchweg findet man die großen und kegelförmigen Vorragungen der Röhren mehr im zentralen Gebiet, die kürzern, röhrenartigen dagegen in der peripheren Zone; Vorkommnisse wie das in der eben bezeichneten Figur abgebildete sind mehr exzeptioneller Natur, doch immerhin nicht gerade selten.

Es wurde schon hervorgehoben, daß die Röhren von *Tubifex* niemals so lang sind, daß sie den ganzen Wurm beherbergen könnten, sondern sich mit ihren innern Enden in den Bodenschlamm verlieren. So kommt es, daß die Vorderenden unserer Tiere in individuell wechselnder Ausdehnung frei im Schlamm suspendiert sind, um hier dem Nahrungserwerb nachgehen zu können. Eine Folge dieses Verhaltens der meist zahlreichen und zudem auf einen verhältnismäßig

doch bescheidenen Raum zusammengedrängten Würmer ist eine mehr oder weniger weitgehende Auflockerung des Schlamms, der von den freien Vorderenden dieser Tiere förmlich durchsetzt wird und so oft eine Masse vortäuscht, die gar nicht vorhanden ist. Das zeigt sich besonders in solchen Fällen, in denen der Röhrenbau unterbleibt und die Tiere nur lose im Schlamm stecken, in dem Augenblick, in dem man die ungestört ihrem normalen Gebaren überlassenen Tiere durch einen plötzlichen Stoß an das Zuchtbecken zum sofortigen Rückzug in den Schlamm veranlaßt. Dabei werden nämlich nicht nur die Hinterenden eingezogen, sondern die ganzen Würmer kontrahieren sich und reißen bei dieser rasch und energisch vor sich gehenden Reaktion die lockern Schlammteile mit sich, so daß mit den Zusammenziehungen der Tiere auch die Schlammpartikelchen zusammengeballt werden. Was das unter Umständen, nämlich bei gesäubertem reinen Schlamm, ausmachen kann, lehrt ein Blick auf die Figg. 2 und 3 (Taf. 12). Es handelt sich um ein Aquarium, in dem eine große Menge *Tubifex* mit so wenig Schlamm gehalten wurde, daß die Möglichkeit zum Röhrenbau so gut wie ausgeschlossen war und dieser daher auch tatsächlich unterbleiben mußte. So staken die zahlreichen Würmer eben nur lose im Schlamm und lockerten denselben in der üblichen Weise, aber zu einem ungewöhnlichen Umfang auf, den Fig. 2 wiedergibt. Eine plötzliche starke Erschütterung, die dem Behälter appliziert wurde, hatte zur Folge, daß die vorhin beschriebene Reaktion eintrat, wobei sich auch herausstellte, daß das vorhandene Schlammquantum zu gering war, um den Tieren ein völliges Verschwinden in dasselbe zu ermöglichen. Da die Störung nicht wiederholt wurde, streckten die Würmer ihre ohnedies freien Hinterenden bald wieder aus, um mit denselben die gewohnten schlängelnden Bewegungen wieder aufzunehmen. Dabei blieb im übrigen der durch die kräftige Reaktion der Würmer geschaffene Zustand vorerst erhalten, um erst allmählich wieder zum Ausgangspunkt zurückzukehren. Von dem erstern Stadium nun gibt Fig. 3 (Taf. 12) ein anschauliches Bild, das — kurze Zeit nach der Störung entworfen — sowohl das bereits wieder in Gang gekommene Spiel der freien Hinterenden erkennen als auch den von den Würmern geballten Knäuel noch deutlich hervortreten läßt.

Das im Vorstehenden geschilderte Verhalten bringt es mit sich, daß unsere Würmer, ganz sich selbst überlassen, den von ihnen bewohnten Schlamm zu einem Hügel schichten, der sich im Wasserbecken wie eine besonders gebildete Insel präsentiert, ein Befund,

den die Fig. 1 (Taf. 12) treffend illustriert. Durch die zahlreichen Röhren, welche den Hügel durchsetzen, erhält dieser Festigkeit und Bestand, und das lockere Gefüge des Schlamms, von dem früher die Rede war, schwindet in dem Maße, in welchem die Zahl der Röhren zunimmt, denn jede neue, zwischen den schon vorhandenen alten errichtete Röhre bedeutet eine Verfestigung und Verdichtung der Hügelmasse. Die in Fig. 1 (Taf. 12) abgebildete „Insel" war ein vorzügliches Beispiel dafür, indem plötzliche Erschütterungen kaum eine nennenswerte Veränderung in der Gestalt der ganzen Bildung hervorzurufen vermochten.

3.

Im ersten Abschnitt dieser Arbeit wurde schon berichtet, daß an den meisten Fundstellen von *Lumbriculus* in der Regel auch *Tubifex* angetroffen wird. Diese Tatsache findet ihre nächste Erklärung zweifellos in der weitgehenden Übereinstimmung der beiderseitigen Lebenshaltungen, wenngleich Schlammboden wohl für *Tubifex* das unerläßliche, für *Lumbriculus* aber nur das bevorzugte Lebenselement darstellt. Indes will mir scheinen, daß die so häufig vorkommende Gemeinschaft beider Formen in der Art, wie sie gleich beschrieben werden soll, vielleicht nicht lediglich bloß auf zufälligem Zusammentreffen beruhe, sondern möglicherweise eine Form von freilich loser Vergesellschaftung repräsentiere, bei der beide Kontrahenten gleich günstige Daseinsbedingungen finden, indem *Lumbriculus* von der Baukunst des *Tubifex* profitiert, während dieser von dem größern und stärkern Genossen etwa dadurch Vorteil zieht, daß dessen kräftigere Bewegungen den Schlamm leicht auflockern, größere Brocken desselben zerstäuben und so die Bautätigkeit erleichtern; eine Nahrungskonkurrenz wäre bei dieser Lebensgemeinschaft jedenfalls nicht zu befürchten und könnte daher, so naheliegend und auf den ersten Blick entscheidend auch dieser Einwand erscheinen mag, gegen die vorgetragene Auffassung nicht ins Gewicht fallen. Doch sei dem, wie ihm wolle, die Tatsache selbst ist interessant genug, um ihr ein paar Worte zu widmen.

Lumbriculus baut keine Röhren, lebt aber insofern wie *Tubifex*, als auch er sein Vorderteil im Schlamm verbirgt und das Hinterende in wechselnder Länge frei ins Wasser vorstreckt. Aber dieses aus dem Schlamm emporgestreckte Leibesstück zeigt eine steife Haltung und verhält sich im allgemeinen ruhig, nur ab und zu eine leicht wiegende Bewegung ausführend. In der Gemeinschaft mit

Tubifex benutzt unser Wurm nun mit Vorliebe die von jenem gebauten Röhren, ohne dabei sein sonstiges Gebaren zu ändern, so daß man die beiderlei Individuen allein schon an dem differenten Verhalten ihrer freien Leibesenden alsbald unterscheiden kann (Fig. 1, Taf. 12). Auf äußere Reize wie plötzliche Erschütterungen des Gefäßes reagieren die Lumbrikeln mit der gleichen Präcision wie *Tubifex* und in derselben Weise. Es ist nicht zu bezweifeln, daß bei diesen Reaktionen vielfach die Röhren völlig verlassen werden und die Würmer sich ganz in die innerste und unterste Schlammschicht zurückziehen, im Schlamm wohl in ähnlicher Weise einen Knäuel bildend, wie dies *Tubifex* in schlammlosem Wasser zu tun pflegt. Jedenfalls sieht man bei aufmerksamer Beobachtung des Gebarens der Würmer, daß beim Abklingen der durch die Reizung verursachten Reaktion einzelne Individuen sowohl von *Lumbriculus* wie von *Tubifex* durch andere Röhren wieder erscheinen, als durch welche sie verschwanden. Daß dieser Röhrenwechsel in vielen Fällen gewiß nicht auf einer Verdrängung von *Tubifex* durch den stärkern Genossen beruht, läßt sich ebenfalls durch die Beobachtung feststellen, da solche Changements auch da vorkommen, wo überhaupt kein Lumbrikel in Betracht kommen kann. Indes schließt das freilich nicht aus, daß da, wo beide Formen auf engem Raum vereinigt sind, gelegentlich oder auch häufiger, derartige Verdrängungen stattfinden könnten, doch fiele der in solchem Fall resultierende Nachteil für *Tubifex* nicht allzu sehr ins Gewicht. Bei Vorkommnissen wie demjenigen, dem die Fig. 1 (Taf. 12) entspricht, gewinnt der Beobachter, je länger er dem Treiben der Tiere zusieht, desto mehr den Eindruck, daß es sich bei dieser Vergesellschaftung von *Tubifex* und *Lumbriculus* um eine symbiotische Idylle handelt.

Literaturverzeichnis.

1. 1902. Abel, M., Beiträge zur Kenntnis der Regenerationsvorgänge bei den limicolen Oligochäten, in: Z. wiss. Zool., Vol. 73.
2. 1741. Bonnet, Ch., siehe Göze.
3. 1853. D'Udekem, J., Histoire natnrelle des Tubifex des ruisseaux, in: Mem. cour. et Mém. Sav. étrang. (Bruxelles), Vol. 26.
4. 1773. Göze, J. A. E., Herrn Karl Bonnet's Abhandlungen aus der Insectologie, Halle.
5. 1866. Haeckel, E., Generelle Morphologie der Organismen, 2 Bde., Berlin.
6. 1904. —, Die Lebenswunder, Stuttgart.
7. 1888. v. Kennel, J., Über Theilung und Knospung der Tiere, Dorpat.
8. 1883. Leunis-Ludwig, Synopsis der Tierkunde, 3. Aufl., 2 Bde., Hannover.
9. 1900. Michaelsen, W., Oligochaeta, in: Das Tierreich, Berlin.
10. 1899. Morgan, T. H., Some problems of regeneration, in: Biol. Lect. Woods Holl in the Summer Sess. of 1897 and 1898, Boston.
11. 1771. Müller, O. F., Von Würmern des süssen und salzigen Wassers, Kopenhagen.
12. 1902. Riggenbach, E., Die Selbstverstümmelung der Thiere, in: Ergebn. Anat. Entw., Vol. 12.
13. 1883. Vejdovský, F., System und Morphologie der Oligochäten, Prag.
14. 1900. v. Wagner, F., Beiträge zur Kenntniss der Reparationsprocesse bei Lumbriculus variegatus Gr., I. Teil, in: Zool. Jahrb., Vol. 13, Anat.

Erklärung der Abbildungen.

Tafel 12.

Sämtliche Abbildungen sind genau nach dem Leben in natürlicher Größe gezeichnet und beziehen sich durchweg auf Wasserbecken, auf deren Grund sich die Tiere befanden, was angemerkt sei, da der Einfachheit halber die Konturen der Zuchtgefäße sowie die Skizzierung des Wassers fortgelassen wurden.

Fig. 1. Eine von *Tubifex* aufgebaute Schlamminsel, die auch von *Lumbriculus* besiedelt war. Mit Absicht wurde dieselbe in einem Zustand gezeichnet, in dem ihre Bewohner nach vorausgegangener Störung erst in sehr beschränktem Maße zu der gewohnten Lebensführung zurückgekehrt waren, da so die Röhren, insbesondere deren freie Endstücke, klarer hervortreten. An der steifen Haltung der freien Hinterenden läßt sich *Lumbriculus* von *Tubifex* scharf unterscheiden. Die freien krater- und schornsteinförmigen Vorragungen der zahlreichen Röhren sind über die ganze Oberfläche der einen kleinen Hügel darstellenden „Insel“ verbreitet, doch am Inselrande etwas dichter gelagert als in den zentralen Partien. *R* freier Rand der Schlamminsel, deutlich gegen die Umgebung abgesetzt; *IS* indifferenter Bodenschlamm des Beckens, der bei dem Aufbau der „Insel“ nicht verwendet worden ist.

Fig. 2 u. 3. Eine Gesellschaft von *Tubifex*, der zu wenig Schlamm zu Gebote stand, um Röhren zu bauen; in Fig. 2 im ungestörten Zustand, der außerordentlich aufgelockerte Schlamm weit ausgebreitet, in Fig. 3 kurze Zeit nach der Störung, die Vorderhälften der Würmer zu einem Knäuel retrahiert und der dabei mitgerissene Schlamm zu einem festen Klumpen geballt. Aus dem Schlamm des Aquariums, in dem diese Tiere gehalten wurden, waren alle festern Bestandteile, wie abgestorbene Blätter und Stengel, Reste von Muschelschalen u. dgl. (vgl. Fig. 1 u. 4) entfernt worden.

Fig. 4. Eine andere Gesellschaft von *Tubifex*, ebenfalls mit zu geringem Schlammquantum, weshalb wieder keine Röhren gebaut wurden. Nach mehrtägigem Unterlassen des Wasserwechsels sind die Tiere, trotz der Anwesenheit lebender frischer Wasserpflanzen, in Atmungsbedrängnisse geraten und daher ganz aus dem Schlamm herausgekommen und bewegen sich nunmehr lang ausgestreckt, vornehmlich am Rande des Schlammpolsters, langsam umher.